

# APLIKASI SIG UNTUK MEMAHAMI FENOMENA TUTUPAN LAHAN DENGAN CITRA SATELIT

**Teguh Prayogo**

Teknologi Sumberdaya Mineral  
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

## **Abstract**

*Seasonal characteristics of vegetation, such as growing season are closely related to characteristics of the lower atmosphere, and are therefore important variables in global models and vegetation monitoring. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) data derived from the National Oceanic and Atmospheric Administration's (NOAA) Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) satellite sensor offer a means of efficiently and objectively evaluating vegetation response over large geographic areas. Those vegetation responses were computed based on time-series NDVI data collected from May 1997 to April 1998 over South East Asia. Measure of growing season was computed and analyzed for land cover type. It is difficult if not impossible to objectively define an absolute the time of the growing season from satellite observations. The purpose of this paper is to determine the threshold of the growing season by using Geographic Information System (GIS).*

**Keywords :** GIS, Satellite Data, Growing Season, Threshold

## **I. PENDAHULUAN**

Teknologi penginderaan jauh semakin hari semakin berkembang dan dapat diaplikasikan dalam beberapa bidang, karena kemampuannya untuk merekam informasi yang ada di permukaan bumi, diantaranya tumbuhan. Tumbuhan mempunyai signal spektral atau reflektansi yang unik, sehingga memungkinkan untuk dibedakan dengan fenomena lain.

Satelit NOAA menyediakan data satelit atau citra yang dapat dipergunakan untuk mengamati tingkat kehijauan tumbuhan, karena memuat beberapa *channel*. Pada daerah atau *channel* infra merah dekat (NIR) tumbuhan memberikan nilai reflektansi yang tinggi dan reflektansi akan tinggi pada bagaian sinar tampak (*visible*). Perbandingan kedua *channel* di

atas dinyatakan dengan NDVI sebagai indikator tingkat kehijauan tumbuhan.

Karakteristik tumbuhan secara *seasonal*, seperti perkembangan dan penurunan tingkat kehijauan, erat kaitannya dengan karakteristik atmosfer, seperti curah hujan, suhu dan sebagainya. Perubahan-perubahan dalam fenomena diatas merupakan indikator penting dalam mengamati perubahan lingkungan atau iklim.

Waktu dan progresif dari perkembangan tanaman bisa memberikan informasi yang membantu para peneliti memperkirakan kesimpulan tentang kondisi tanaman dan lingkungannya, seperti temperatur, curah hujan dan sebagainya.

Belakangan ini, keberadaan data satelit secara global dengan siklus harian

telah tersedia, sehingga bisa menguji dan memonitor masa pertumbuhan (*growing season*) pada daerah yang luas.

Data indeks kehijauan tumbuhan atau *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) yang dihasilkan dari sensor satelit *National Oceanic and Atmospheric Administration's* (NOAA), *Advanced Very High Resolution Radiometer* (AVHRR) memberikan alternatif secara obyektif untuk mengevaluasi tanggapan (*response*) tumbuhan pada daerah tutupan lahan dan mengkaji keanekaragamannya pada daerah geografi yang luas.

*Growing season* adalah merupakan masa pertumbuhan dari tanaman. Sulit untuk menentukan secara obyektif waktu pertumbuhan absolut bagi tumbuhan di suatu daerah berdasarkan penelitian satelit<sup>(5)</sup>. Akan tetapi, penelitian tumbuhan dengan aplikasi teknologi penginderaan jauh yang memanfaatkan data satelit pada cakupan daerah yang luas, bersifat harian, biaya murah dan waktu yang relatif singkat, memberikan keuntungan yang signifikan.

Sementara itu, seiring dengan perkembangan teknologi penginderaan jauh, teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) juga mengalami perkembangan yang cukup signifikan, dan banyak diterapkan pada berbagai bidang aplikasi, seperti hidrologi, geologi, pertanian, kehutanan, pertanian dan bidang-bidang lainnya<sup>(2)</sup>.

Salah satu penerapan dari teknologi SIG ini adalah penerapan untuk mengekstrak dan menganalisis fenomena pada tiap – tiap individu vegetasi pada suatu daerah penelitian.

Oleh karena itu, dalam tulisan ini penulis mencoba mengaplikasikan teknologi (SIG) dengan memanfaatkan data satelit untuk mengetahui ambang batas (*threshold*) masa pertumbuhan vegetasi untuk daerah Asia Tenggara dalam kurun waktu Mei 1997 sampai dengan April 1998.

## 2. LOKASI PENELITIAN

Daerah penelitian ini mencakup pada kisaran koordinat 25° Lintang Utara sampai 15° Lintang Selatan dan koordinat bujur 90° Bujur Timur sampai 140° Bujur Timur yang meliputi daerah Asia Tenggara, sebagian kecil Asia Timur (Cina Selatan, Taiwan), sebagian kecil Asia Selatan (India selatan, Bangladesh), dan Australia bagian utara (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Pemilihan daerah penelitian tersebut diatas berdasarkan pertimbangan :

- .. Bentuk dan ukurannya sesuai dengan resolusi 1km x 1km dari data satelit AVHRR-NOAA
- .. Daerah Asia Tenggara dijumpai dalam basis data yang dibuat oleh instrumen AVHRR

## 3. METODOLOGI

Data yang dipergunakan dalam penelitian ini tidak dapat secara langsung diproses untuk analisis, tetapi ada beberapa tahapan yang perlu dikerjakan.

### 3.1. Persiapan data

Tahapan persiapan data ini merupakan tahapan awal yang meliputi pengumpulan data, mengimpor data, formatisasi data, resampling data, pemotongan (*Cutting*) data, dan sebagainya,

sehingga siap untuk dilakukan proses selanjutnya <sup>(4)</sup>.

### 3.2. Perhitungan NDVI

Pada tahapan ini, data satelit AVHRR-NOAA diimpor dan diresampel menggunakan aplikasi penginderaan jauh (inderaja) dan teknologi Sistem Informasi Geografi (SIG). Perhitungan NDVI sebagai indikator dari respon tumbuhan dihitung dengan menggunakan rumus :

$$NDVI = \frac{Ch1 - Ch2}{Ch1 + Ch2}$$

Dimana Ch1 menyatakan *channel* 1 dengan band nampak (0.58-0.68  $\mu$ m) dan Ch2 mengekspresikan *channel* 2 dengan band infra merah dekat (0.72–1.10  $\mu$ m). Kedua *channel* diatas sebagai indikator yang sensitif dari keberadaan dan kondisi dari tumbuhan. Selanjutnya proses *overlay* dilakukan untuk menghasilkan 36 *scene* yang representatif untuk proses selanjutnya.

Akan tetapi, hasil perhitungan NDVI diatas belum bisa digunakan secara langsung karena sifat dataset yang sangat berawan. Efek dari atmosfir dan awan ini mempengaruhi nilai dari NDVI sehingga menghasilkan anomali-anomali. Untuk

Tabel 1. Spesifikasi Data Satelit NOAA

Parameter	Deskripsi
Data satelit	AVHRR-NOAA
Periode	Mei 1997 s/d April 1998
Area Cakupan	Asia Tenggara
Format File	BIP
Tipe Data	16 bit (short integer)
Kolom	6000
Lajur	4800
Unit	Derajat
Kiri Atas	Lat. 25N, Long. 90E
Kanan Bawah	Lat. 15S, Long. 140E
Resolusi	0.008333333
Proyeksi	Lat/Long
Speroid	WGS84

mengoreksi NDVI atau mereduksi efek tersebut dipakai metode BISE (Best Index Slope Extraction) yang ditemukan oleh Viovy et al, 1992 dengan sedikit modifikasi dari Teguh Prayogo <sup>(4)</sup>.

Tabel 2. Spesifikasi Data Tutupan Lahan

Parameter	Keterangan
Tipe File	Tutupan Lahan
Periode	1994
Area Cakupan	Global
Format File	Img
Tipe Data	Byte (8 bits)
Kolom	40031
Lajur	17347
Unit	Meter
Kiri Atas	X = -20015000Y = 8673000
Kanan Bawah	X = 20015000Y = -8673000
Resolusi	1000 meters
Proyeksi	Interrupted\ Goode
Homolosine	

### 3.3. Perhitungan NDVIratio

White et al (1997)<sup>(5)</sup> mengusulkan suatu metode yang dirancang secara konsisten untuk memprediksi masa pertumbuhan (*growing season*) dari tutupan lahan. Istilah ekosistem dikaji dengan sebuah transformasi NDVI sebagai berikut :

$$NDVI_{RATIO} = \frac{NDVI - NDVI_{MIN}}{NDVI_{MAX} - NDVI_{MIN}}$$

Dimana *NDVIratio* adalah rasio keluaran dengan kisaran nilai dari 0 – 1, NDVI adalah nilai NDVI harian, *NDVI<sub>max</sub>* adalah nilai maksimum dari NDVI tahunan yang ada, dan *NDVI<sub>min</sub>* adalah nilai NDVI minimum tahunan. Karena kita menghasilkan *NDVIratio* dengan menggunakan tahunan dari *NDVI<sub>min</sub>* dan *NDVI<sub>max</sub>* yang didefinisikan untuk setiap tahun, maka kenyataan diatas tidak harus

signifikan. *NDVIratio* bernilai 0 menyatakan nilai NDVI minimum tahunan, dan *NDVIratio* bernilai 1 mewakili nilai NDVI maksimum tahunan.

Transformasi ini cukup menarik karena cenderung konsisten. *NDVIratio* bernilai 0.25 mengidentifikasi suatu indikasi telah mencapai 25% dari tingkat kehijauan maksimum dari tumbuhan tanpa memperhatikan jenis tutupan lahan.

Oleh karena itu, nilai ambang batas (*threshold*) dari *NDVIratio* dapat digunakan dengan mengabaikan kebutuhan untuk menghasilkan nilai *threshold* NDVI absolut atau *threshold* yang spesifik dari tutupan lahan.

White et al (1997) <sup>(5)</sup> menunjukkan bahwa penambahan dan penurunan tingkat kehijauan tumbuhan menjadi sangat cepat pada saat *threshold* bernilai 0.5. Bahkan mereka mengusulkan bahwa *NDVIratio* bernilai 0.5 sebagai *threshold* yang paling sesuai untuk menentukan waktu pertumbuhan (*growing season*).

### 3.4. Analisis

Setelah proses-proses diatas dilakukan, analisis dapat diselenggarakan untuk mengetahui nilai *threshold* dari nilai *NDVIratio*, yang selanjutnya dapat mengetahui pada saat kapan tumbuhan tersebut mulai dengan pertumbuhannya.

## 4. KEBUTUHAN DATA

Keberadaan dan kelengkapan data adalah sangat penting dalam membantu penelitian secara menyeluruh.

Untuk mempelajari dan mengamati dinamika tumbuhan pada daerah yang luas dan kontinuitas yang tinggi, maka data pengeinderaan jauh berupa data satelit sangat diperlukan untuk mengadakan penelitian ini.

Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data tutupan lahan dan data satelit AVHRR-NOAA, yang dapat diperoleh dari pusat data satelit atau *download* di internet. Untuk mempelajari diantara keduanya diperlukan *time series* selama 1 tahun, yaitu untuk periode Mei 1997 sampai dengan April 1998.

### 4.1. Data Satelit

Data satelit AVHRR-NOAA ini dihasilkan oleh Pusat Data Penelitian Bumi *United States Geological Survey's* (USGS). Data satelit ini terdiri dari 36 *scene* yang merupakan data *mosaic* komposit 10 harian, dimana 24 *scene* untuk periode Mei sampai Desember 1997 dan 12 *scene* untuk periode Januari sampai April 1998.

Spesifikasi dari data satelit ini dapat dilihat pada Tabel 1. Data diperoleh dari *Vision Tech Inc.*, Tsukuba, Japan atau dapat dipesan lewat internet dengan alamat <http://www.vti.co.jp>.

### 4.2. Tutupan Lahan

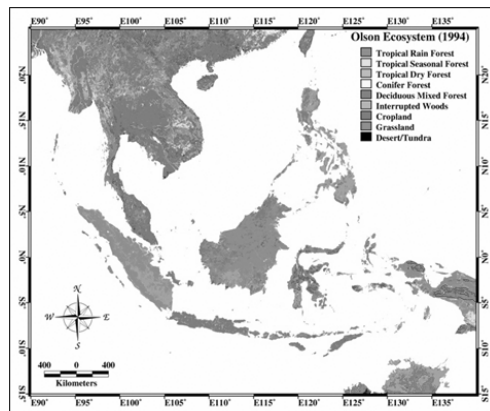
Data tutupan lahan diperoleh dari basisdata karakteristik tutupan lahan global yang diproduksi oleh Pusat Data Penelitian Bumi *United States Geological Survey's* (USGS), *Earth Resources Observation System* (EROS) Data Center dan dibuat oleh Olson pada tahun 1994 <sup>(4)</sup>. Data ini mempunyai resolusi spasial nominal 1-km x 1-km dan flat sesuai dengan data AVHRR-NOAA, dan mempunyai format rasternya tidak ber-*header*. Tabel 2, memperlihatkan ukuran image dan parameter proyeksi dari tutupan lahan ekosistem Olson yang digunakan dalam proses transformasi.

File image raster ini dapat diperoleh dengan teknik *File Transfer Protocol* (FTP) atau men-*download* langsung dari EDC Distributed Active Archive Center (DAAC) dengan alamat *website* : ([http://edcdaac.usgs.gov/glcc/globe\\_int.html](http://edcdaac.usgs.gov/glcc/globe_int.html)). Data tutupan lahan global ini mempunyai

proyeksi peta *Interrupted Goode Homolosine*.

Oleh karena itu, data tutupan lahan tersebut tidak dapat digunakan secara langsung, tetapi harus ditransformasikan dari proyeksi *Interrupted Goode Homolosine* ke proyeksi *Latitude/Longitude* dengan menggunakan perangkat lunak (*software*)<sup>(1)</sup> yang dapat diperoleh pada alamat website yang sama. Kegunaan *software* ini adalah untuk merubah diantara koordinat image dan koordinat geografis pada sekumpulan data Pathfinder AVHRR atau sekumpulan data global 1-km AVHRR.

Image ekosistem global Olson (tutupan lahan)<sup>(3)</sup> yang dihasilkan setelah proses transformasi dapat dilihat pada Gambar 2. Gambar 2 ini menunjukkan distribusi tutupan lahan pada daerah Asia Tenggara, yang diklasifikasikan kembali menjadi klasifikasi yang agak kasar.



Gambar 2. Peta Tutupan Lahan Setelah Proses Transformasi (Olson, 1994)<sup>(3)</sup>.

## 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rumus dan kondisi NDVIratio diatas telah diaplikasikan pada data NDVI yang dihasilkan dari sensor satelit NOAA-AVHRR yang meliputi daerah Asia Tenggara. Pertama-tama, dengan memanfaatkan teknologi Sistem Informasi Geografi (SIG), Ekosistem Global Olson diklasifikasikan

kembali ke dalam kelompok tutupan lahan lebih kasar (pengelompokannya menjadi lebih kecil). Kedua, menerapkan salah satu dari tutupan lahan utama (rumput) sebagai kunci atau parameter untuk menentukan aspek waktu pertumbuhan (*growing season*) pada daerah penelitian.

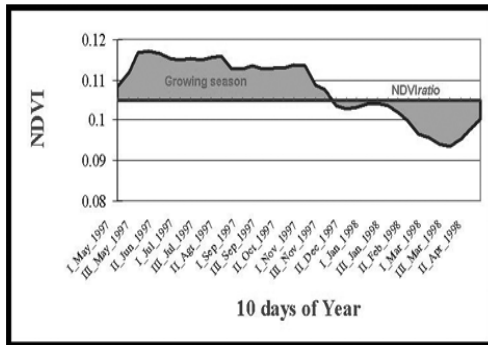
Pemilihan tutupan lahan rumput sebagai kunci atau parameter dalam penelitian ini adalah karena rumput dapat dipahami bahwa tanggapan (*response*) yang cepat dari tutupan lahan tersebut terhadap faktor-faktor lingkungan, seperti panjangnya siang, dan temperatur tanah. Tutupan lahan rumput sering terdiri dari beberapa spesies yang menempati bagian yang berbeda-beda dari *growing season*<sup>(5)</sup>. Masa pertumbuhan secara nyata terjadi ketika spesies yang pertama tumbuh, kemudian terus tumbuh sampai akhirnya terjadi kekeringan yang menyebabkan berakhirnya masa pertumbuhan.

Selanjutnya, dengan mengaplikasi teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG), nilai NDVI tutupan lahan rumput (*grassland*) dari masing-masing image (*scene*) diekstrak dan dirata-rata untuk mendapatkan nilai rata-rata NDVI dari *grassland*, sehingga menghasilkan 36 nilai NDVI rata-rata untuk tiap 10 harian. Caranya adalah dengan meng-*overlay*-kan image ekosistem global Olson dan image NDVI 10 harian selama kurun waktu Mei 1997 sampai dengan April 1998. Nilai-nilai NDVI tersebut kemudian dipakai dalam rumus NDVIratio diatas (rumus White), sehingga dihasilkan suatu harga *threshold*NDVI untuk *growing season*.

Dengan menggunakan NDVIratio bernilai 0.5, maka dengan sukses dihasilkan nilai *threshold* NDVI dari *growing season* adalah sekitar 0.105 dan *threshold* tersebut kemudian diaplikasikan untuk semua tutupan lahan pada daerah penelitian.

Gambar 3, menggambarkan transformasi NDVIratio dari kurva NDVI dari tutupan lahan rumput (*grassland*) pada





Gambar 3. Profil growing season tutupan lahan daerah penelitian.

daerah penelitian. Titik atau daerah yang mempunyai nilai *NDVratio* lebih besar dari 0.5 menunjukkan *growing season*. Permulaan dari *growing season* (tingkat kehijauan tumbuhan) terjadi ketika penambahan nilai kurva tersebut melampaui *NDVratio* bernilai 0.5. Sebaliknya, akhir dari *growing season* terjadi ketika penurunan kurva *growing season* juga mencapai *NDVratio* bernilai 0.5. Atau dengan kata lain bahwa, kurva cembung pada Gambar 3 mengindikasikan masa pertumbuhan (*growing season*) dan kurva cekung menggambarkan masa *non-growing season*.

## 5. KESIMPULAN

Teknologi penginderaan jauh memungkinkan untuk menyediakan data satelit, seperti AVHRR-NOAA yang dapat dipergunakan untuk memantau tingkat kehijauan suatu tumbuhan dan selanjutnya dapat digunakan untuk mengetahui kapan tumbuhan tersebut pada daerah penelitian mulai tumbuh.

Berdasarkan hasil perhitungan dan mengaplikasikan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG), maka didapatkan bahwa *threshold* untuk *growing season* pada tutupan lahan di daerah penelitian (Asia Tenggara) selama kurun waktu Mei 1997 sampai April 1998 adalah 1.105.

Nilai *threshold* 1.105 ini sebagai indikasi permulaan dari tingkat kehijauan tumbuhan atau dengan kata lain nilai NDVI e" 1.105 sebagai daerah *growing season*. Sebaliknya, nilai NDVI d" 1.105 sebagai akhir dari *growing season*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonymous, *Global Land Cover Characteristics Database*, U.S. Geological Survey's (USGS) Earth Resources Observation System (EROS) Data Center, Sioux Falls, South Dakota 57198, U.S.A.
- [2] Eddy Prahasta, 2001, *Konsep-konsep Dasar Sistem Informasi Geografis*, Penerbit Informatika Bandung.
- [3] Olson, J.S., 1994a, *Global ecosystem framework-definitions*: USGS EROS Data Center Internal Report, Sioux Fall, SD, 37-39
- [4] Teguh Prayogo, 2001, "*Aplikasi Suatu Teknik Untuk Meminimalisasi Kontaminasi pada Profil NDVI*", Remote Sensing and Geographic Information Systems, ISSN 0853-6244, hal. 201-204.
- [5] White M.A, Thornton, P.E, Running S.W, 1997, *A continental phenology model for monitoring vegetation responses to interannual climatic variability*, *Global Biogeochemical Cycles*, **11**, 217-234